

Radial piston pump and control method therefor

Publication number: DE10139519

Publication date: 2003-02-27

Inventor: STIEFEL HANS-PETER (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: *F02M59/10; F02D41/04; F02D41/40; F02M59/06; F02M59/20; F02M59/30; F04B1/04; F04B49/12; F02D41/04; F02D41/40; F02M59/00; F02M59/20; F04B1/00; F04B49/12*; (IPC1-7): F02M59/06; F02D1/02; F02M59/30; F02M63/00; F04B1/053

- European: F04B1/04K; F04B49/12C2B

Application number: DE20011039519 20010810

Priority number(s): DE20011039519 20010810

Also published as:



EP1283366 (A2)
US6872056 (B2)
US2003031568 (A1)
JP2003097383 (A)
EP1283366 (A3)

more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10139519

Abstract of corresponding document: **EP1283366**

The pump has a cylinder (40a,b,c) with piston (46a,b,c), which is supported on a cam ring (62) located around an eccentric section (54) on a drive shaft. An adjusting ring (60) is positioned between cam and eccentric rings. The adjusting ring has an eccentric inner aperture and a non-eccentric outer contour, and can be turned around its central axis into an angled position relative to the eccentric section. An adjusting shaft acts with the adjusting ring via a toothing. The shaft is operated by an electrical adjusting unit with electric motor, pref. a stepping motor, and computer control.

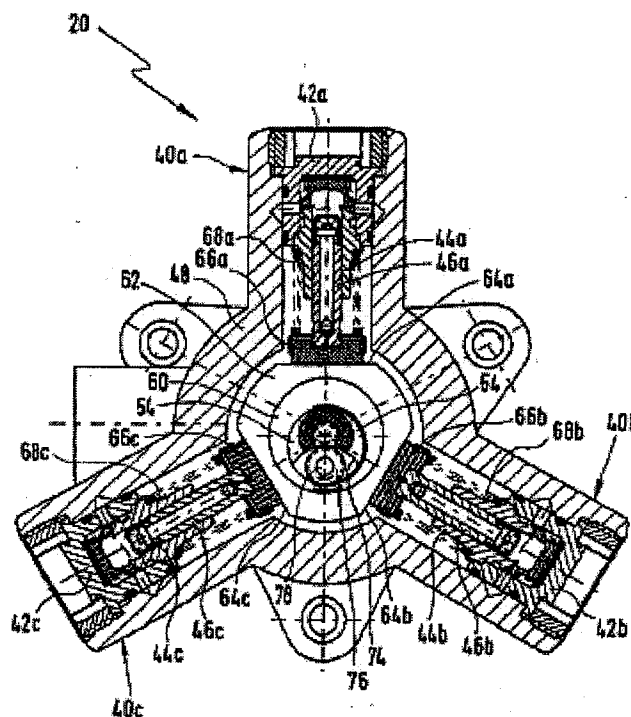


Fig. 3

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 39 519 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 101 39 519.1
㉔ Anmeldetag: 10. 8. 2001
㉕ Offenlegungstag: 27. 2. 2003

㉙ Int. Cl.⁷:
F 02 M 59/06
F 02 D 1/02
F 02 M 59/30
F 02 M 63/00
F 04 B 1/053

DE 101 39 519 A 1

㉙ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉚ Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

㉙ Erfinder:
Stiefel, Hans-Peter, 71254 Ditzingen, DE

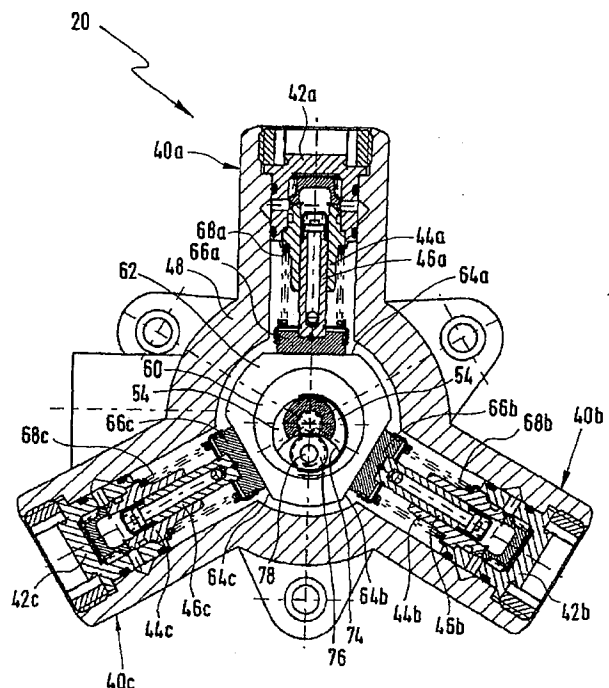
㉞ Entgegenhaltungen:
DE 199 61 558 A1
US 29 00 839

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉞ Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung, sowie Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, Computerprogramm und Steuer- und/oder Regelgerät

㉞ Eine Radialkolbenpumpe (20) dient zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem. Sie umfasst ein Gehäuse (48) mit mindestens einem Zylinder (40a, 40b, 40c) und mit einer Antriebswelle (50), die in dem Gehäuse (48) gelagert ist und mindestens einen Exzenterabschnitt (54) aufweist. Um den Exzenterabschnitt (54) herum ist ein Hubring (62) angeordnet. In den Zylindern (40a, 40b, 40c) ist jeweils ein Kolben (46a, 46b, 46c) aufgenommen, welcher sich am Hubring (62) abstützt. Eine Verstellmöglichkeit der Fördermenge der Radialkolbenpumpe (20) wird dadurch erreicht, dass zwischen Exzenterabschnitt (54) und Hubring (62) ein Verstellring (60) angeordnet ist, dessen Innenöffnung (80) gegenüber der Außenkontur exzentrisch ist und welcher um die Mittelachse (81) der Innenöffnung (80) in eine gewünschte Winkelposition gegenüber dem Exzenterabschnitt (54) verdreht werden kann.



DE 101 39 519 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einem Gehäuse mit mindestens einem Zylinder, mit einer Antriebswelle, die in dem Gehäuse gelagert ist und mindestens einen Exzenterabschnitt aufweist, mit einem Hubring, welcher um den Exzenterabschnitt herum angeordnet ist und mit mindestens einem Kolben, welcher in dem Zylinder aufgenommen ist und sich am Hubring abstützt.

[0002] Eine solche Radialkolbenpumpe ist aus der DE 198 58 862 A1 bekannt. Bei ihr sind drei Zylinder sternförmig um einen Exzenterabschnitt einer mittig angeordneten Antriebswelle angeordnet. Auf den Exzenterabschnitt ist ein Hubring aufgesetzt, der mit den radial inneren Enden der in den Zylindern aufgenommenen Kolben verbunden ist. Der Hubring selbst rotiert also nicht, sondern bewegt sich in seiner Ebene längs einer Kreisbahn. Auf diese Weise werden in den Zylindern aufgenommenen Kolben abwechselnd in eine Hin- und Herbewegung versetzt.

[0003] Eine solche Radialkolbenpumpe wird als Hochdruck-Kraftstoffpumpe in einem Kraftstoffsystem eingesetzt. Ihr wird Kraftstoff von einer Vorförderpumpe zugeführt und sie fördert den Kraftstoff weiter in eine Kraftstoff-Sammelleitung, gemeinhin auch als "Rail" bezeichnet. Von dort gelangt der Kraftstoff über Injektoren in Brennräume der Brennkraftmaschine.

[0004] In bestimmten Betriebssituationen kann es erforderlich sein, die von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe zur Kraftstoff-Sammelleitung geförderte Kraftstoffmenge zu variieren. Hierzu sind üblicherweise Druck- und/oder Mengensteuerventile vorgesehen. Deren Betrieb führt im Niederdruckbereich zu Druckstößen, was den Einbau von Druckdämpfern erforderlich macht. Ferner ist an der Kraftstoff - Sammelleitung ein Überdruckventil vorhanden, durch welches von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe zu viel geförderter Kraftstoff aus der Kraftstoff-Sammelleitung abgeführt werden kann.

[0005] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine Radialkolbenpumpe der eingangs genannten Art zu weiterzubilden, dass das Kraftstoffsystem, in dem sie eingesetzt wird, einfacher und kostengünstiger hergestellt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer Radialkolbenpumpe der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass zwischen Exzenterabschnitt und Hubring ein Verstellring angeordnet ist, dessen Innenöffnung gegenüber der Außenkontur exzentrisch ist und welcher um die Mittelachse der Innenöffnung in eine gewünschte Winkelposition gegenüber dem Exzenterabschnitt verdreht werden kann.

Vorteile der Erfindung

[0007] Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe besteht darin, dass bei ihr zur Steuerung der geförderten Kraftstoffmenge keine Druck- und/oder Mengensteuerventile mehr erforderlich sind. Statt dessen erfolgt die Mengensteuerung durch eine Verstellung des Hubs des bzw. der Kolben der Radialkolbenpumpe. Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe baut somit einfacher.

[0008] Ferner ist dann, wenn von der Radialkolbenpumpe nur eine geringe Kraftstoffmenge gefördert werden soll, auch nur ein entsprechend geringes Antriebsmoment an der Antriebswelle erforderlich. Da durch die bisher vorhande-

nen Mengensteuerventile erhebliche Druckstöße in den Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems eingeleitet wurden, war bisher im Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems mindestens ein Druckdämpfer erforderlich. Auch dieser kann beim Einsatz der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe entfallen.

[0009] Da die von der Radialkolbenpumpe geförderte Kraftstoffmenge sehr exakt eingestellt werden kann, können das an der Kraftstoff-Sammelleitung vorhandene Überdruckventil und die entsprechende Rücklaufleitung kleiner ausfallen, oder es kann ggf. sogar vollständig auf ein solches Überdruckventil verzichtet werden. Auch eine bspw. zum Kraftstoffbehälter zurückführende Leckageleitung ist beim Einsatz der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe nicht mehr erforderlich. Durch die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe werden somit Kosten beim Bau eines Kraftstoffsystems gespart und das Kraftstoffsystem baut insgesamt einfacher, da es weniger Komponenten umfasst.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0011] In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe wird vorgeschlagen, dass sie eine Verstellwelle umfasst, welche über eine Verzahnung mit dem Verstellring zusammenarbeitet. Eine derartige Verstellwelle ist platzsparend in der Radialkolbenpumpe unterzubringen und ermöglicht eine zuverlässige und präzise Verstellung des Verstellrings.

[0012] Dabei wird besonders bevorzugt, wenn die Verstellwelle koaxial zur Drehachse der Antriebswelle angeordnet und an einer Stirnseite des Exzenterabschnitts der Antriebswelle, exzentrisch zur Drehachse der Antriebswelle, ein Zahnrad gelagert ist, welches einerseits mit einer Außenverzahnung auf der Verstellwelle und andererseits mit einer Innenverzahnung am Verstellring zusammenarbeitet. Auf diese Weise wird eine Verstelleinrichtung für den Verstellring geschaffen, welche zum einen klein baut und zum anderen aufgrund des zwischen der Verstellwelle und dem Verstellring angeordneten Zahnrads eine günstige Übersetzung, ggf. auch eine Selbsthemmung zwischen Verstellring und Verstellwelle ermöglicht.

[0013] Besonders bevorzugt ist jene Ausführungsform, bei welcher die Exzentrizität der Innenöffnung des Verstellrings und die Exzentrizität des Exzenterabschnitts der Antriebswelle im Wesentlichen gleich sind. Diese geometrische Ausbildung gestattet es, durch eine entsprechende Verstellung des Verstellrings eine Nullförderung der Radialkolbenpumpe zu realisieren, da die Exzentrizität des Exzenterabschnitts der Antriebswelle in einer bestimmten Winkelstellung des Verstellrings durch die Exzentrizität der Innenöffnung des Verstellrings kompensiert wird. Auch bei drehender Antriebswelle stehen die Kolben der Radialkolbenpumpe in diesem Falle im Wesentlichen still.

[0014] Dabei wird wiederum besonders bevorzugt, wenn am Verstellring ein Anschlag vorhanden ist, welcher eine solche Winkelposition des Verstellrings gegenüber der Antriebswelle definiert, in der der Hubring wenigstens ungefähr koaxial zur Drehachse der Antriebswelle ist. In dieser Winkelposition des Verstellrings, die durch den Anschlag definiert wird, arbeitet die Radialkolbenpumpe mit Nullförderung. Durch den Anschlag wird dieser Betriebspunkt der Radialkolbenpumpe auf einfache Art und Weise definiert.

[0015] Der Anschlag kann dadurch gebildet werden, dass sich die Innenverzahnung am Verstellring in Umfangsrichtung in einem Bereich von ungefähr 185° bis 195°, vorzugsweise über einen Bereich von ungefähr 190°, erstreckt, und die Innenverzahnung gegenüber einer Achse, welche in der Ebene des Verstellrings liegt, durch den Mittelpunkt der Innenöffnung des Verstellrings geht und orthogonal zur Sym-

metrieachse des Verstellrings ist, symmetrisch ist. Der Anschlag wird also nur durch die Anordnung und Ausbildung der Innenverzahnung am Verstellring gebildet, so dass auf ein zusätzliches Anschlagselement verzichtet werden kann.

[0016] Bevorzugt ist eine elektrische Verstellvorrichtung vorgesehen, welche auf die Verstellwelle arbeitet. Eine solche Vorrichtung kann einfach angesteuert werden. Die elektrische Verstellvorrichtung kann einen Elektromotor, vorzugsweise einen Schrittmotor, umfassen. Die entsprechenden Zuleitungen sind platzsparend möglich. Eine elektrische Verstellvorrichtung, insbesondere ein Schrittmotor, arbeiten darüber hinaus sehr präzise und bauen relativ klein. Grundsätzlich denkbar ist aber auch die Verwendung eines elektromagnetischen oder eines hydraulischen Aktors.

[0017] Bei der Verwendung eines Elektromotors zur Verstellung der Verstellwelle wird vorgeschlagen, dass der Stator des Elektromotors mit der Antriebswelle und der Rotor des Elektromotors mit der Verstellwelle drehfest verbunden sind. Im Normalfall, wenn gerade kein Verstellvorgang abläuft, drehen sich die Antriebswelle, die Verstellwelle und entsprechend der Stator und der Rotor des Elektromotors synchron. Nur wenn eine Verstellung des Verstellrings erforderlich ist, kann durch die erfindungsgemäße Anordnung auf einfache Art und Weise eine Drehzahldifferenz zwischen der Antriebswelle und der Verstellwelle erzeugt werden, welche zur Verstellung des Verstellrings führt.

[0018] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, bei dem der Kraftstoff mindestens auch von einer Radialkolbenpumpe gefördert wird, mit einem Gehäuse mit mindestens einem Zylinder, einer Antriebswelle, die in dem Gehäuse gelagert ist und mindestens einen Exzenterabschnitt aufweist, mit einem Hubring, welcher um den Exzenterabschnitt herum angeordnet ist und mit mindestens einem Kolben, welcher in dem Zylinder aufgenommen ist und sich am Hubring abstützt.

[0019] Um den Aufbau der Brennkraftmaschine zu vereinfachen, wird vorgeschlagen, dass die Exzentrizität des Hubrings gegenüber der Drehachse der Antriebswelle in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebsparameter der Brennkraftmaschine verstellt wird.

[0020] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die von der Radialkolbenpumpe geförderte Kraftstoffmenge also sehr rasch an einen geänderten Betriebszustand der Brennkraftmaschine angepasst werden. Hierdurch wird ermöglicht, dass im wesentlichen nur jene Kraftstoffmenge zur Kraftstoff-Sammelleitung gefördert wird, welche von den Injektoren schließlich in die Brennräume weitergeleitet wird. Die sonst übliche Rückführung überschüssigen Kraftstoffs aus der Kraftstoff-Sammelleitung kann somit entfallen oder die hierzu notwendigen Komponenten können zumindest kleiner ausfallen.

[0021] In vorteilhafter Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass vor dem Starten der Brennkraftmaschine der Verstellring gegen einen mechanischen Anschlag verstellt wird, welcher eine solche Winkelposition des Verstellrings gegenüber der Antriebswelle definiert, in der der Hubring wenigstens ungefähr coaxial zur Drehachse der Antriebswelle ist, und dass in dieser Position ein Abgleich einer Steuerelektronik durchgeführt wird. Diese Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat den Vorteil, dass vor jedem Starten der Brennkraftmaschine die Steuerelektronik auf die durch den mechanischen Anschlag präzise vorgegebene Nullstellung des Verstellrings justiert werden kann. Dies erhöht die Präzision bei der Verstellung des Verstellrings und somit die Präzision bei der Einstellung der von der Radialkolbenpumpe geförderten Kraftstoffmenge.

[0022] Wesentliche Parameter für die von der Radialkolbenpumpe zu fördernde Kraftstoffmenge sind das ge-

wünschte Drehmoment und die augenblickliche Drehzahl der Brennkraftmaschine. Dem wird bei jener Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens Rechnung getragen, bei dem aus einem gewünschten Drehmoment und einer Drehzahl der Brennkraftmaschine ein Parameter ermittelt wird, welche für die Einstellung einer solchen Exzentrizität des Hubrings gegenüber der Drehachse der Antriebswelle erforderlich ist, bei der die Radialkolbenpumpe die dem Drehmomentwunsch und der Drehzahl entsprechende Kraftstoffmenge fördert.

[0023] Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm, welches zur Durchführung des obigen Verfahrens geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird. Dabei wird besonders bevorzugt, wenn das Computerprogramm auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

[0024] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Steuer- und/oder Regelgerät zur Steuerung und/oder Regelung mindestens einer Funktion einer Brennkraftmaschine. Bei einem solchen Steuer- und/oder Regelgerät wird vorgeschlagen, dass es mit einem Computerprogramm der obigen Art versehen ist.

Zeichnung

[0025] Nachfolgend wird ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0026] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems mit einer Radialkolbenpumpe;

[0027] Fig. 2 eine teilweise geschnittene Ansicht der Radialkolbenpumpe von Fig. 1;

[0028] Fig. 3 eine Schnittdarstellung längs der Linie III-III der Radialkolbenpumpe von Fig. 2;

[0029] Fig. 4 eine Detailansicht der Radialkolbenpumpe von Fig. 3, in einem Betriebszustand der Radialkolbenpumpe, in dem diese keinen Kraftstoff fördert; und

[0030] Fig. 5 eine Ansicht ähnlich Fig. 4, in einem Betriebszustand der Radialkolbenpumpe, in dem diese die maximal mögliche Kraftstoffmenge fördert.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0031] Ein Kraftstoffsystem trägt in Fig. 1 das Bezugszeichen 10.

[0032] Es umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine elektrische Kraftstoffpumpe 14 über einen Filter 16 Kraftstoff fördert. Über eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 ist die elektrische Kraftstoffpumpe 14 mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 verbunden. Zwischen elektrischer Kraftstoffpumpe 14 und Hochdruckpumpe 20 zweigt von der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 eine Zweigleitung 22 ab, in der ein Druckregelventil 24 angeordnet ist.

[0033] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 fördert den Kraftstoff in eine Kraftstoff-Sammelleitung 26. In dieser ist der Kraftstoff unter sehr hohem Druck gespeichert. An die Kraftstoff-Sammelleitung 26 sind mehrere Injektoren 28 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in Brennräume 30 einspritzen.

[0034] Wie weiter unten im Detail ausgeführt ist, kann die von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 zur Kraftstoff-Sammelleitung 26 geförderte Kraftstoffmenge verändert werden. Hierzu umfasst die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 einen Elektromotor 32, welcher von einem Steuer- und/oder Regelgerät 34 angesteuert wird. Dieses ist eingangsseitig mit einem Sensor 36, der die Drehzahl der Brennkraftmaschine abgreift und einem Sensor 38, der einem Soll-Dreh-

moment der Brennkraftmaschine entsprechende Signale liefert, verbunden.

[0035] Der genaue Aufbau der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 erläutert. Bei der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 handelt sich um eine Radialkolbenpumpe mit drei sternförmig angeordneten Zylindern 40a, 40b und 40c (Fig. 3). Zylinderköpfe 42a, 42b bzw. 42c schließen die Zylinder 40a, 40b bzw. 40c nach radial außen ab. In den Zylinderköpfen 42a, 42b bzw. 42c sind Laufbuchsen 44a, 44b bzw. 44c enthalten, in denen Kolben 46a, 46b bzw. 46c verschieblich aufgenommen sind.

[0036] Die Zylinder 40a, 40b bzw. 40c sind Teil eines Gehäuses 48. Im Zentrum zwischen den Zylindern 40a, 40b bzw. 40c ist im Gehäuse 48 eine Antriebswelle 50 aufgenommen. Über eine Kupplung 52 ist diese mit einer Nockenwelle (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine verbunden. Das in Fig. 2 linke Ende der Antriebswelle 50 ist gegenüber dem Gehäuse 48 durch ein Kugellager 53 gelagert.

[0037] Die Antriebswelle 50 weist im Bereich der Zylinder 40a, 40b und 40c einen Exzenterabschnitt 54 auf. Dieser ist gegenüber der Drehachse 56 der Antriebswelle 50 um eine Exzentrizität 58 ersetzt (Fig. 5). Radial außen ist auf den Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50 ein Verstellring 60 aufgesetzt. Radial außen ist auf den Verstellring 60 wiederum ein Hubring 62 aufgesetzt. Der Hubring 62 trägt um seine Hubringbohrung 63 einen sich nach radial innen erstreckenden umlaufenden Bund 65. Durch diesen ist der Hubring 62 zwischen dem Verstellring 60 und einem an der Antriebswelle 50 vorhandenen Wellenbund 67 axial gehalten.

[0038] Die äußere Mantelfläche des Hubrings 62 weist drei um 120° zueinander versetzte abgeflachte Bereiche 64a, 64b und 64c auf. Gegen diese wird ein Gleitschuh 66a, 66b bzw. 66c durch eine Feder 68a, 68b bzw. 68c, die sich an der Laufbuchse 44a, 44b bzw. 44c abstützt, gepresst. Der Gleitschuh 66a, 66b bzw. 66c ist mit dem radial inneren Ende des Kolbens 46a, 46b bzw. 46c verbunden.

[0039] Die Antriebswelle 50 ist in ihrem in Fig. 2 rechten Bereich hohl ausgeführt. In diese Ausnehmung ist eine Verstellwelle 70 eingeführt. An ihrem in Fig. 2 linken Ende trägt die Verstellwelle 70 eine umlaufende Verzahnung 72.

[0040] In der in Fig. 2 rechten Stirnseite des Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50 ist im Bereich der größten Exzentrizität 58 eine Einfräsung 74 vorhanden. In dieser ist ein Zahnrad 76 angeordnet, welches um eine im Exzenterabschnitt 54 befestigte Achse 78 drehbar gelagert ist. Das Zahnrad 76 ist mit der Verzahnung 72 auf der Verstellwelle 70 in Eingriff. Der Verstellring 60 ist mit einer Innenöffnung 80 auf den Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50 aufgesetzt (Fig. 4 und 5).

[0041] Die Mittelachse 81 der Innenöffnung 80 ist gegenüber der kreisförmigen Außenkontur des Verstellrings 60 um eine Exzentrizität 82 versetzt angeordnet (Fig. 5). Auf einem Bereich der inneren Mantelfläche der Innenöffnung 80 des Verstellrings 60 ist eine Innenverzahnung 84 vorhanden. Das Zahnrad 76 ist auch mit dieser Innenverzahnung 84 im Eingriff. Die Innenverzahnung 84 am Verstellring 60 erstreckt sich in Umfangsrichtung über einen Bereich von ungefähr 190°. Dabei ist die Innenverzahnung 84 gegenüber einer Achse 86, welche in der Ebene des Verstellrings 60 liegt, durch den Mittelpunkt 81 der Innenöffnung des Verstellrings geht und orthogonal zur Symmetrieachse 88 des Verstellrings 60 ist, symmetrisch (Fig. 5). Wie weiter unten ausgeführt ist, bildeten die Enden der Innenverzahnung Anschläge, von denen eine in den Fig. 4 und 5 das Bezugszeichen 89 trägt.

[0042] Vom Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50 er-

streckt sich in Fig. 2 nach rechts ein Wellenzapfen 90. Auf diesen ist eine Lagerbuchse 92 aufgepresst. Der zugehörige Lagerring 94 ist mit dem Gehäuse 48 verpreßt. Die Lagerbuchse 92 und der Lagerring 94 bilden zusammen ein Gleitlager, über welches sich das im Fig. 2 rechte Ende der Antriebswelle 50 gegenüber dem Gehäuse 48 abstützt.

[0043] Um sicherzustellen, dass sich die Lagerbuchse 92 gegenüber dem Wellenzapfen 90 nicht verdrehen kann, ragen von der inneren Mantelfläche der Lagerbuchse 92 zwei diametral gegenüberliegende Rippen 96 nach radial innen ab, welche in entsprechende Nuten (ohne Bezugszeichen) im Wellenzapfen 90 eingreifen. In der äußeren Mantelfläche des Lagerrings 94 befindet sich ein ringförmiger Einstich 98, in welche eine im Gehäuse 48 vorhandene Hochdruckbohrung 100 einmündet.

[0044] Die Verstellwelle 70 ist gleichzeitig die Achse des Elektromotors 32. Insoweit ist ein Rotor 102 des Elektromotors 32 an dem in Fig. 2 rechten Ende der Verstellwelle 70 drehfest befestigt. Ein Stator 104 des Elektromotors 32 umgibt den Rotor 102. Der Stator 104 ist über eine scheibenförmige Halteplatte 106 drehfest mit der Lagerbuchse 92 verbunden. Die scheibenförmige Halteplatte 106 kann an die Lagerbuchse 92 bspw. angespritzt sein. Auf diese Weise ist der Stator 104 drehfest mit der Antriebswelle 50 verbunden. Der Stator 104 wird von einer Abdeckhaube 108 umgeben, deren Rand in das Gehäuse 48 druckdicht eingebördelt ist. In die Abdeckhaube 108 sind Steckkontakte 110 eingelassen, welche über Schleifkontakte (ohne Bezugszeichen) den Stator 104 mit Strom versorgen können.

[0045] Das Kraftstoffsystem 10 mit der Radialkolbenpumpe 20 arbeitet folgendermaßen: Vor dem Starten der Brennkraftmaschine, bspw. beim Betätigen der Zündung, wird der Elektromotor 32 vom Steuer- und/oder Regelgerät 34 so angesteuert, dass das Zahnrad 76 gegen den Anschlag 89 der Innenverzahnung 84 am Verstellring 60 läuft.

[0046] Die Verstellung des Verstellrings 60 erfolgt dabei durch eine Relativdrehung des Rotors 102 gegenüber dem Stator 104. Hierdurch dreht sich auch die Verstellwelle 70 und das Zahnrad 76. Dies führt wiederum zu einer Relativdrehung des Verstellrings 60 gegenüber dem Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50.

[0047] Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, befindet sich nun der Verstellring 60 in einer solchen Winkelposition gegenüber der Antriebswelle 50, dass der Hubring 62 koaxial zur Drehachse 56 der Antriebswelle 50 sitzt. Ursache hierfür ist, dass die Exzentrizität 58 durch die Exzentrizität 82 kompensiert wird. In dieser Position würde, bei drehender Antriebswelle 50, der Hubring 62 sich nicht bewegen, so dass auch die Kolben 46a, 46b und 46c der Radialkolbenpumpe 20 sich nicht hin- und herbewegen. Diese Position des Verstellrings 60 entspricht somit einer "Nullförderung" der Radialkolbenpumpe 20. Nun erfolgt ein Abgleich der im Steuer- und Regelgerät 34 vorhandenen Steuerelektronik.

[0048] Wenn der Abgleich erfolgt ist, wird der Elektromotor 32 vom Steuer- und Regelgerät 34 so angesteuert, dass sich der Verstellring 60 wieder etwas gegenüber dem Exzenterabschnitt 54 verdreht, sich der Anschlag 89 der Innenverzahnung 84 also etwas vom Zahnrad 78 entfernt. Der Hubring 82 ist nun nicht mehr koaxial zur Drehachse der Antriebswelle 50. Wird nun die Brennkraftmaschine gestartet, was zu einer Drehung der Antriebswelle 50 führt, dreht sich der Verstellring 60 mit dem Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50, was zu einer kreisförmigen Bewegung des Hubrings 62 führt. Durch diese Bewegung des Hubrings 62 werden wiederum die Kolben 46a, 46b und 46c abwechselnd in eine Hin- und Herbewegung versetzt. Somit wird Kraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 zu der Kraftstoff-Sammelleitung 26 gefördert.

[0049] Wird die maximale Leistung von der Brennkraftmaschine gefordert, was durch die Sensoren 36 und 38 festgestellt wird, wird der Verstellring 60 vom Steuer- und Regelgerät 34 in die in Fig. 5 dargestellte Position verdreht. In dieser Position des Verstellrings 60 addiert sich die Exzentrizität 58 des Exzenterabschnitts 54 der Antriebswelle 50 zu der Exzentrizität 82 der Innenöffnung 80 des Verstellrings 60. Die Kreisbahn, auf welcher sich bei einer Drehung der Antriebswelle 50 nun der Hubring 62 bewegt, hat jetzt maximalen Radius, so dass die Kolben 46a, 46b und 46c die maximale Hubbewegung ausführen. Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 pumpt nun also die maximal mögliche Kraftstoffmenge.

[0050] Man sieht, dass jede Winkelstellung des Verstellrings 60 gegenüber dem Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50 einer ganz bestimmten Förderrate der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 entspricht. Diese Winkelstellungen sind mit den dazugehörigen Förderraten im Steuer- und Regelgerät 34 gespeichert. Die dem Wunsch des Benutzers entsprechenden Leistungen der Brennkraftmaschine, insbesondere Drehmoment und Drehzahl, werden vom Steuer- und Regelgerät 34 in die erforderliche Kraftstoffmenge und die dazugehörige Winkelstellung des Verstellrings 60 gegenüber dem Exzenterabschnitt 54 der Antriebswelle 50 umgerechnet und der Elektromotor 32 entsprechend angesteuert.

[0051] Da der Elektromotor 32 und die Antriebswelle 50 drehfest miteinander verbunden sind, ändert sich die Winkelstellung des Verstellrings 60 gegenüber dem Exzenterabschnitt 54 nur dann, wenn sich die Verstellwelle 60 mit einer anderen Geschwindigkeit dreht als die Antriebswelle 50. Soll eine gleichbleibende Förderrate mit der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 erzielt werden, drehen sich die Antriebswelle 50 und die Verstellwelle 70 mit der gleichen Drehzahl.

Patentansprüche

1. Radialkolbenpumpe (20) zur Kraftstoffhochdruck-erzeugung bei Kraftstoffsystemen (10) von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einem Gehäuse (48) mit mindestens einem Zylinder (40a, 40b, 40c), mit einer Antriebswelle (50), die in dem Gehäuse (48) gelagert ist und mindestens einen Exzenterabschnitt (54) aufweist, mit einem Hubring (62), welcher um den Exzenterabschnitt (54) herum angeordnet ist, und mit mindestens einem Kolben (46a, 46b, 46c), welcher in dem Zylinder (40a, 40b, 40c) aufgenommen ist und sich am Hubring (62) abstützt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Exzenterabschnitt (54) und Hubring (62) ein Verstellring (60) angeordnet ist, dessen Innenöffnung (80) gegenüber der Außenkontur exzentrisch ist und welcher um die Mittelachse (81) der Innenöffnung (80) in eine gewünschte Winkelposition gegenüber dem Exzenterabschnitt (54) verdreht werden kann.
2. Radialkolbenpumpe (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Verstellwelle (70) umfasst, welche über eine Verzahnung (72) mit dem Verstellring (60) zusammenarbeitet.
3. Radialkolbenpumpe (20) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellwelle (70) coaxial zur Drehachse (56) der Antriebswelle (50) angeordnet ist, und dass an einer Stirnseite des Exzenterabschnitts (54) der Antriebswelle (50), exzentrisch zur Drehachse (56) der Antriebswelle (50), ein Zahnrad (76) gelagert ist, welches einerseits mit einer Außenverzahnung (72) auf der Verstellwelle (70) und andererseits mit einer Innenverzahnung (84) am Verstellring (60) zusammenarbei-

tet.

4. Radialkolbenpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Exzentrizität (82) der Innenöffnung (80) des Verstellrings (60) und die Exzentrizität (58) des Exzenterabschnitts (54) der Antriebswelle (50) im Wesentlichen gleich sind.

5. Radialkolbenpumpe (20) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Verstellring (60) ein Anschlag (89) vorhanden ist, welcher eine solche Winkelposition des Verstellrings (60) gegenüber der Antriebswelle (50) definiert, in der der Hubring (62) wenigstens ungefähr coaxial zur Drehachse (56) der Antriebswelle (50) ist.

6. Radialkolbenpumpe (20) nach den Ansprüchen 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Innenverzahnung (84) am Verstellring (60) in Umfangsrichtung über einen Bereich von ungefähr 185° bis 195°, vorzugsweise über einen Bereich von ungefähr 190°, erstreckt, und die Innenverzahnung (84) gegenüber einer Achse (86), welche in der Ebene des Verstellrings (60) liegt, durch den Mittelpunkt (81) der Innenöffnung (80) des Verstellrings (60) geht und orthogonal zur Symmetrieachse (88) des Verstellrings (60) ist, symmetrisch ist.

7. Radialkolbenpumpe (20) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine elektrische Verstellvorrichtung (32) umfasst, welche auf die Verstellwelle (70) arbeitet.

8. Radialkolbenpumpe (20) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Verstellvorrichtung einen Elektromotor (32), vorzugsweise einen Schrittmotor, umfasst.

9. Radialkolbenpumpe (20) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (104) des Elektromotors (32) mit der Antriebswelle (50) und der Rotor (102) des Elektromotors (32) mit der Verstellwelle (70) drehfest verbunden sind.

10. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, bei dem der Kraftstoff mindestens auch von einer Radialkolbenpumpe (20) gefördert wird, mit einem Gehäuse (48) mit mindestens einem Zylinder (40a, 40b, 40c), mit einer Antriebswelle (50), die in dem Gehäuse (48) gelagert ist und mindestens einen Exzenterabschnitt (54) aufweist, mit einem Hubring (62), welcher um den Exzenterabschnitt (54) herum angeordnet ist, und mit mindestens einem Kolben (46a, 46b, 46c), welcher in dem Zylinder (40a, 40b, 40c) aufgenommen ist und sich am Hubring (62) abstützt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Exzentrizität des Hubrings (62) gegenüber der Drehachse (56) der Antriebswelle (50) in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebsparameter der Brennkraftmaschine verstellt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Starten der Brennkraftmaschine ein Verstellring (60) gegen einen mechanischen Anschlag (81) verstellt wird, welcher eine solche Winkelposition des Verstellrings (60) gegenüber der Antriebswelle (50) definiert, in der der Hubring (62) wenigstens ungefähr coaxial zur Drehachse (56) der Antriebswelle (50) ist, und dass in dieser Position ein Abgleich einer Steuerelektronik (34) durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass aus einem gewünschten Drehmoment und einer Drehzahl der Brennkraftmaschine ein Parameter ermittelt wird, welcher für die Einstellung einer solchen Exzentrizität des Hubrings (62) gegenüber der Drehachse (56) der Antriebswelle

(50) erforderlich ist, bei der die Radialkolbenpumpe (20) die dem Drehmomentwunsch und der Drehzahl entsprechende Kraftstoffmenge fördert.

13. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12 geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird. 5

14. Computerprogramm nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass es auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist. 10

15. Steuer- und/oder Regelgerät (34) zur Steuerung und/oder Regelung mindestens einer Funktion einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einem Computerprogramm nach einem der Ansprüche 13 oder 14 versehen ist. 15

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

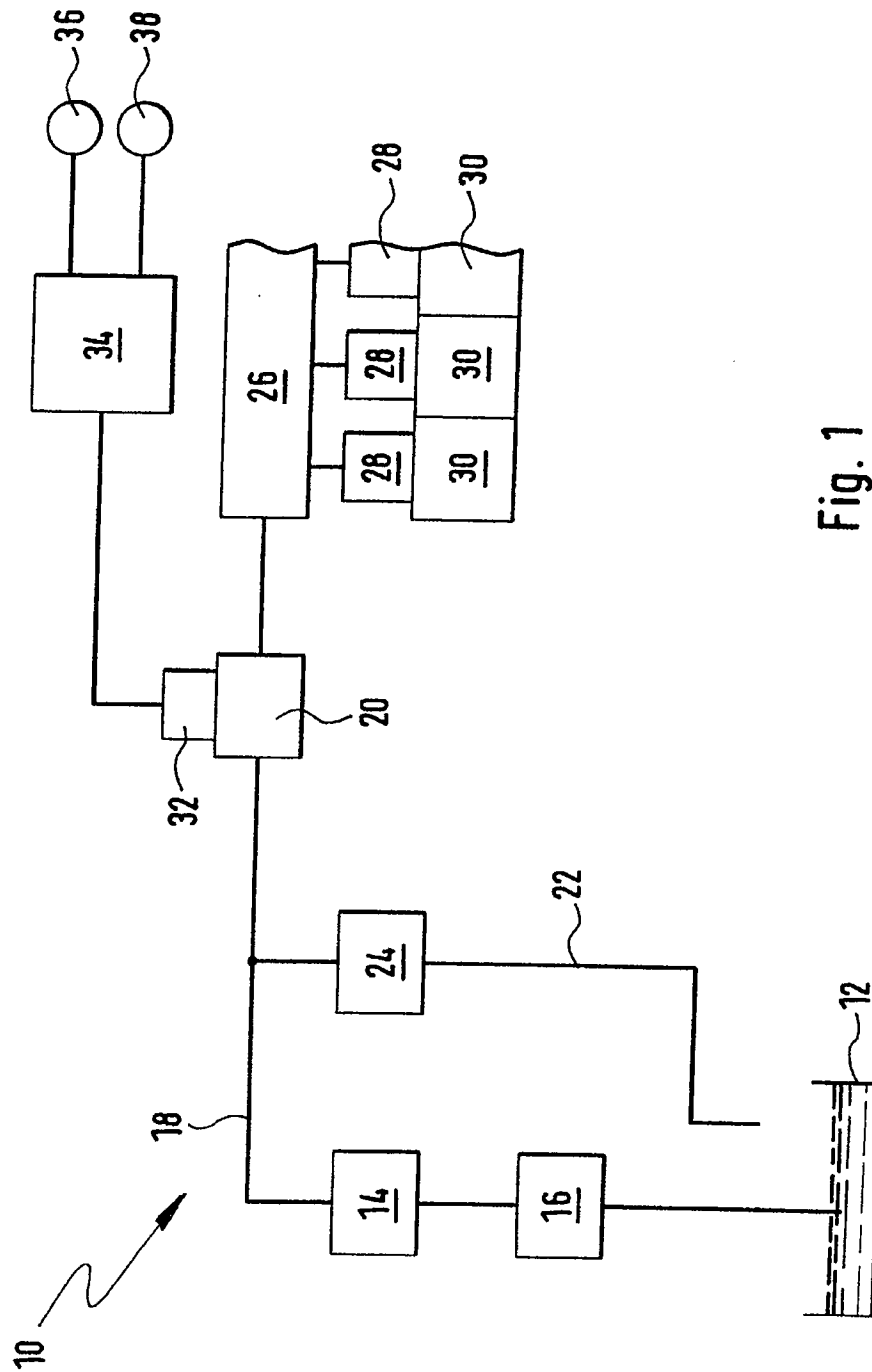


Fig. 1

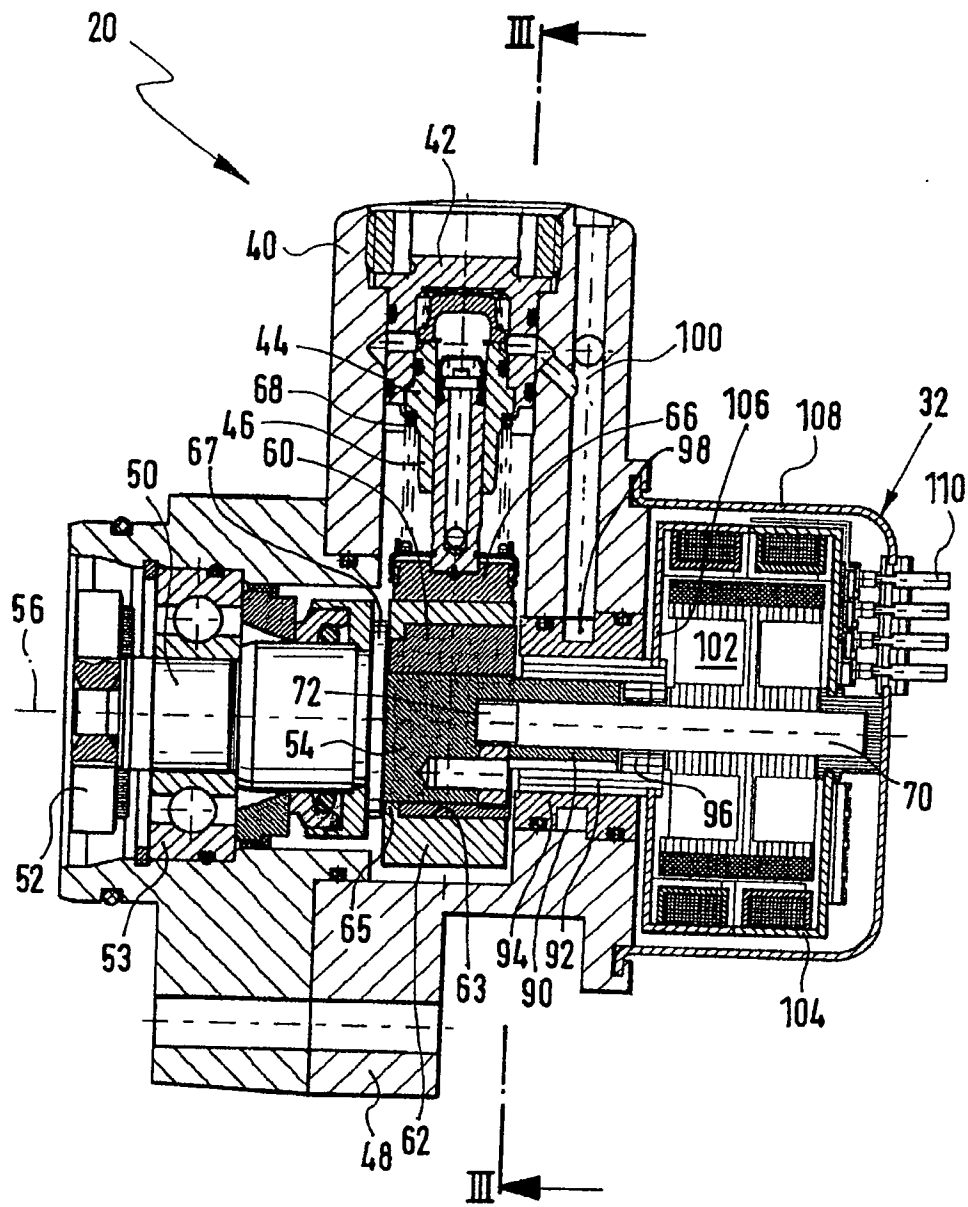


Fig. 2

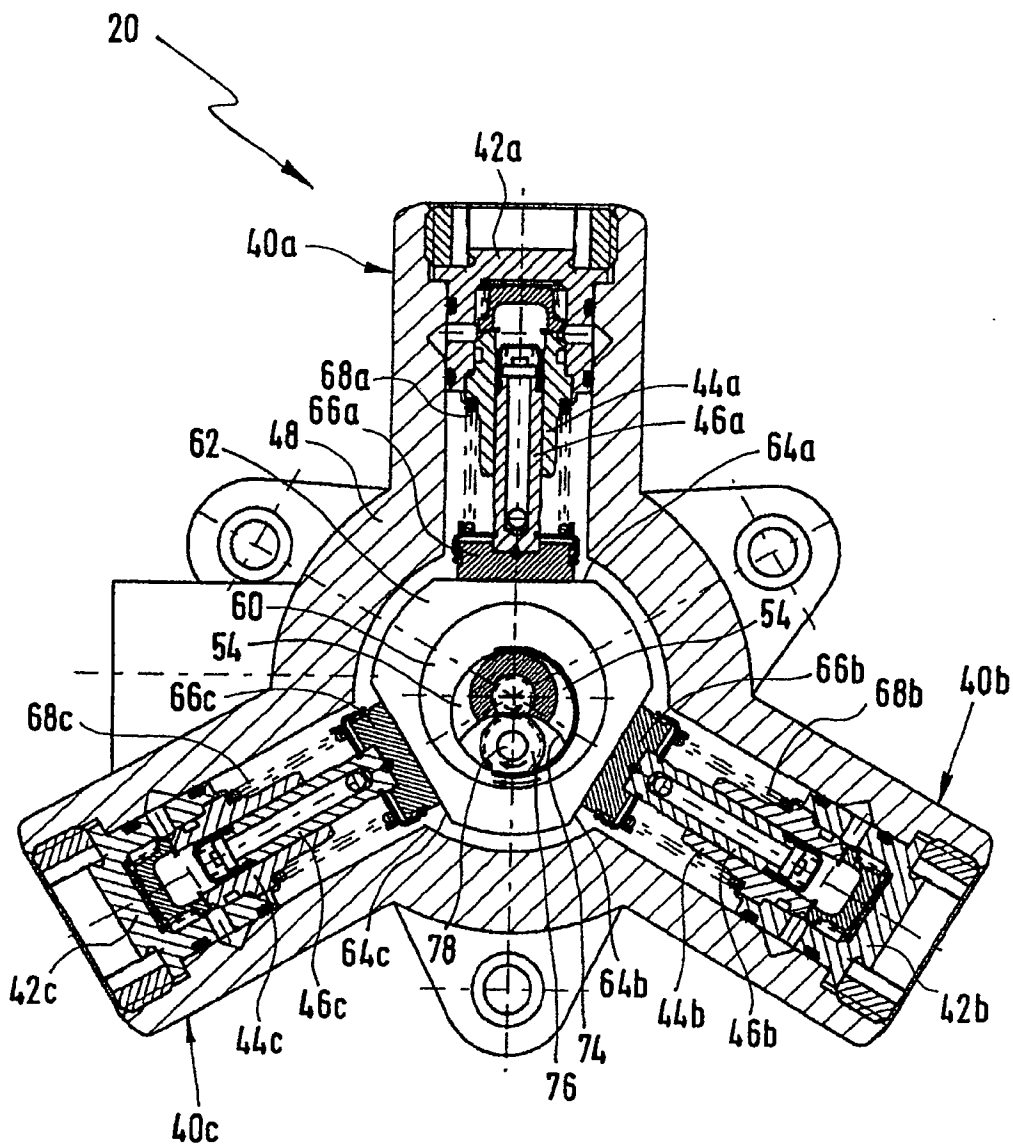


Fig. 3

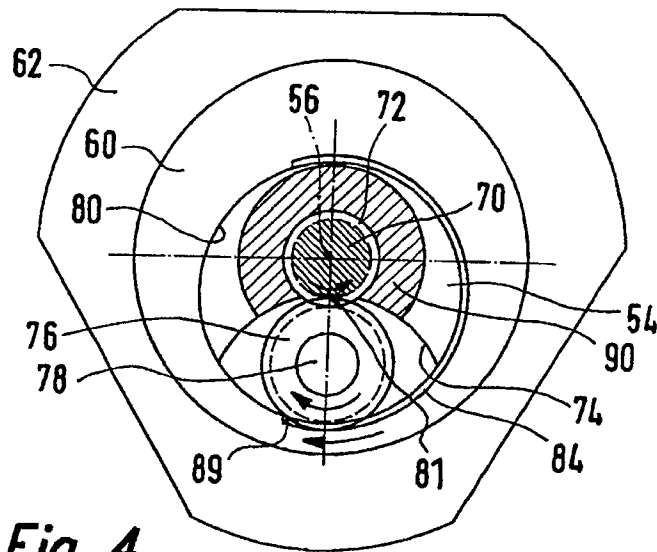


Fig. 4

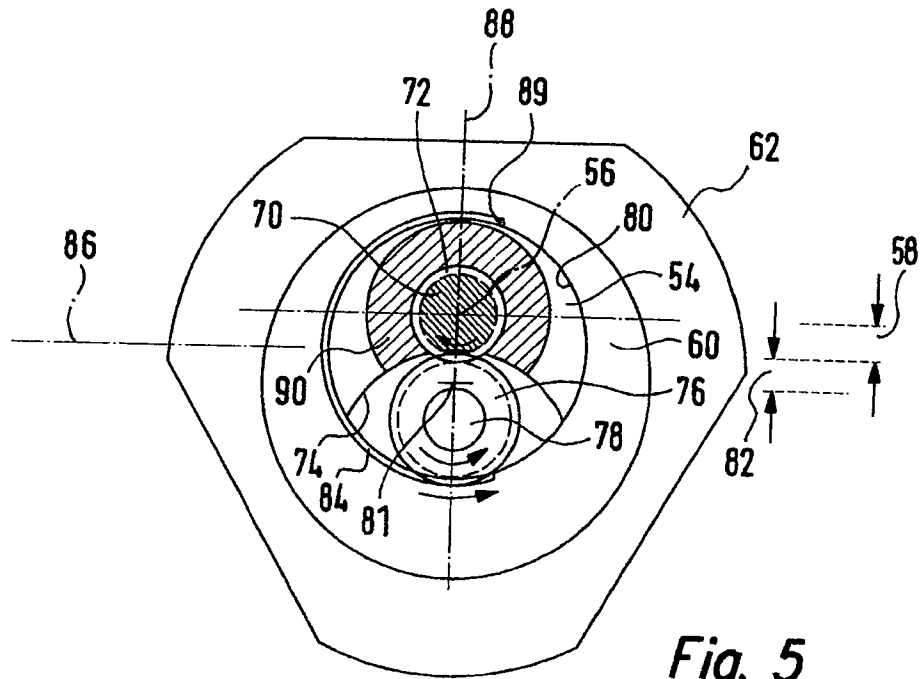


Fig. 5